



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 03-102248

(43)Date of publication of application : 26.04.1991

(51)Int.CI.

G01N 21/88
H01L 21/027

(21)Application number : 01-239927

(71)Applicant : HITACHI LTD

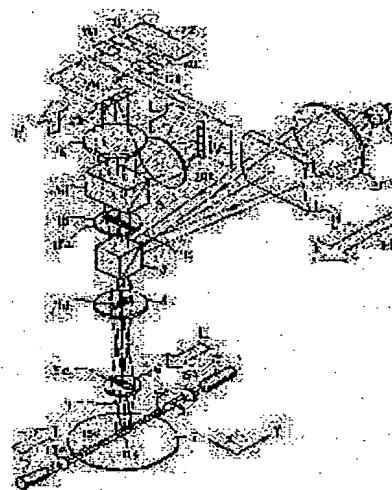
(22)Date of filing : 18.09.1989

(72)Inventor : KOIZUMI MITSUYOSHI
OSHIMA YOSHIMASA

(54) METHOD AND APPARATUS FOR DETECTING FOREIGN MATTER

(57)Abstract:

PURPOSE: To inspect the fine foreign matter on a sample at a high speed by discriminating the same from a pattern by mounting an optical system wherein the foreign matter on an objective body is emphasized by an oblique illumination means to be detected by the first photoelectric converter and the background on the objective body is emphasized by a vertical illumination means to be detected by the second photoelectric converter and a comparing means.



CONSTITUTION: An oblique illumination system L is constituted of a laser beam source 15 and a condensing lens 15b and a vertical illumination system H is constituted of a laser beam source 1, a condensing lens 21, a cylindrical lens 14, a translucent prism 3, a field lens 4 and an objective lens 6. In a detection system L, the scattering beam reflected by a color separation prism 150 is formed into an image by an image forming lens 9 to be taken by a unidimensional solid-state imaging element 20H. A detection system H is constituted of a shield plate 18, an image forming lens 16 and a unidimensional solid-state imaging element 20H. The output signals VL, VH detected by the detectors 20L, 20H are taken out through an analogue comparing and dividing circuit 100, a binarization circuit 101 and an OR circuit 22. By this constitution, the fine foreign matter on an objective body with a pattern can be stably detected with high sensitivity.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

⑨ 日本国特許庁 (JP) ⑩ 特許出願公開
 ⑪ 公開特許公報 (A) 平3-102248

⑥Int. CL. 5
 G 01 N 21/88
 H 01 L 21/027

識別記号 庁内整理番号
 E 2107-2G

⑩公開 平成3年(1991)4月26日

2104-5F H 01 L 21/30 301 V
 審査請求 未請求 請求項の数 16 (全22頁)

⑪発明の名称 异物検出方法およびその装置

⑫特 願 平1-239927
 ⑬出 願 平1(1989)9月18日

⑭発明者 小泉 光義 神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所生産技術研究所内

⑭発明者 大島 良正 神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所生産技術研究所内

⑮出願人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

⑯代理 人 弁理士 小川 勝男 外1名

明細書

1. 発明の名称

異物検出方法およびその装置

2. 特許請求の範囲

1. 斜方照明により対象物体上の異物を強調させて第1の光電変換素子で検出し、かつ落射照明により対象物体上の背景を強調して第2の光電変換素子で検出し、第1の光電変換素子から得られる異物検出信号を第2の光電変換素子から得られる検出信号で強調して対象物体上の異物を検出することを特徴とする異物検出方法。

2. 斜方照明手段により対象物体上の異物を強調させて第1の光電変換素子で検出し、かつ落射照明手段により対象物体上の背景を強調させて第2の光電変換素子で検出する光学系と、第3の光電変換素子から得られる異物検出信号を第2の光電変換素子から得られる検出信号で強調して対象物体上の異物を検出する比較手段とを備えたことを特徴とする異物検出装置。

3. 斜方照明により対象物体上に斑状斜方照明を

行い、斑状照明領域からの散乱光を集光し、上記斑状方向に配列方向を向けた第1の1次元固体検査素子により受光して異物検出信号に変換し、かつ落射照明により対象物体上に斑状落射照明を行い、斑状照明領域からの散乱光を集光し、上記斑状方向に配列方向を向けた第2の1次元固体検査素子により受光して検出信号に変換し、第1の1次元固体検査素子から得られる異物検出信号を第2の1次元固体検査素子から得られる検出信号で強調して対象物体上の異物を検出することを特徴とする異物検出方法。

4. 斜方照明光学系により対象物体上に斑状斜方照明を行い、斑状照明領域からの散乱光を検出光学系により集光し、上記斑状方向に配列方向を向けた第1の1次元固体検査素子により受光して異物検出信号に変換し、かつ落射照明光学系により対象物体上に斑状落射照明を行い、斑状照明領域からの散乱光を検出光学系により集光し、上記斑状方向に配列方向を向けた第2の1次元固体検査素子により受光して検出信

特開平3-102248 (2)

号に変換する光学系と、第1の1次元固体検査電子から得られる異物検出信号を第2の1次元固体検査電子から得られる検出信号で強調して対象物体上の異物を検出する比較手段とを備えたことを特徴とする異物検出装置。

5. 落射照明に上り対象物体上に網状落射照明を行い、該網状照明領域からの散乱光のうち0次回折光を遮光し、該遮光されない散乱光を集光し、上記網状方向に配列方向を向けた第2の1次元固体検査電子により受光して検出信号に変換することを特徴とする請求項3記載の異物検出方法。

6. 落射照明光学系により対象物体上に網状落射照明を行い、該網状照明領域からの散乱光を検出光学系により集光し、上記網状方向に配列方向を向けた第2の1次元固体検査電子により受光して検出信号に変換することを特徴とする請求項3記載の異物検査装置。

7. 上記光学系は異なる波長で照明する斜方照明手段と落射照明手段と、対象物体から反射して

12. 斜方照明手段により対象物体上の異物を第1の光電変換電子で検出し、かつ落射照明手段により対象物体上の異物を第2の光電変換電子で検出する光学系と、第1の光電変換電子から得られる異物検出信号と第2の光電変換電子から得られる検出信号を加算して対象物体上の異物を検出する加算手段とを備えたことを特徴とする異物検出装置。

13. 斜方照明により対象物体上に網状斜方照明を行い、該網状照明領域からの散乱光を集光し、上記網状方向に配列方向を向けた第1の1次元固体検査電子により受光して検出信号に変換し、かつ落射照明により対象物体上に網状落射照明を行い、該網状照明領域からの散乱光を集光し、上記網状方向に配列方向を向けた第2の1次元固体検査電子により受光して検出信号に変換し、第1の1次元固体検査電子から得られる異物検出信号と第2の1次元固体検査電子から得られる検出信号を加算して対象物体上の異物を検出する加算手段とを備えたことを特徴とする異物検出方法。

くる光を色分解して第1と第2の光電変換電子に分岐する色分解・分岐光学電子とで構成したことを特徴とする請求項2記載の異物検出装置。

8. 上記色分解・分岐光学電子は色分解プリズムまたは半透明鏡と色フィルタとで構成したことを特徴とする請求項7記載の異物検出装置。

9. 上記色分解・分岐光学電子はダイクロイックプリズムまたはダイクロイックミラーと色フィルタとで構成したことを特徴とする請求項7記載の異物検出装置。

10. 上記色分解・分岐光学電子は更に偏光電子を有することを特徴とする請求項9または請求項9記載の異物検出装置。

11. 斜方照明により対象物体上の異物を第1の光電変換電子で検出し、かつ落射照明により対象物体上の異物を第2の光電変換電子で検出し、第1の光電変換電子から得られる異物検出信号と第2の光電変換電子から得られる検出信号を加算して対象物体上の異物を検出することを特徴とする異物検出方法。

14. 斜方照明光学系により対象物体上に網状斜方照明を行い、該網状照明領域からの散乱光を検出光学系により無光し、上記網状方向に配列方向を向けた第1の1次元固体検査電子により受光して検出信号に変換し、かつ落射照明光学系により対象物体上に網状落射照明を行い、該網状照明領域からの散乱光を検出光学系により無光し、上記網状方向に配列方向を向けた第2の1次元固体検査電子により受光して検出信号に変換する光学系と、第1の1次元固体検査電子から得られる異物検出信号と第2の1次元固体検査電子から得られる検出信号を加算して対象物体上の異物を検出する加算手段とを備えたことを特徴とする異物検出装置。

15. 請求項2記載の異物検出装置の比較手段と請求項12記載の加算手段の切替手段を有することを特徴とする異物検出装置。

16. 請求項4記載の異物検出装置の比較手段と請求項14記載の異物検出装置の加算手段の切替手段を有することを特徴とする異物検出装置。

特開平3-102248(3)

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は半導体LSIチップ上またはマスク上の異物を検出する異物検出方法およびその装置に係り、特にLSI製造中間工程でのバーナー付きウエーハ上などの微小異物を高速かつ高感度で検出する異物検査に好適な異物検出方法およびその装置に関する。

〔従来の技術〕

従来のバーナー付きウエーハ上の異物検出方法および装置の第1例は、LSI製造の中間工程でのバーナー付きウエーハ上の異物検査作業が搬送歩留り向上および信頼性向上のために不可欠であつて、この作業の自動化が特開昭55-149829号、特開昭56-101590号、特開昭55-94145号、特開昭56-30450号公報等に記載のように偏光を利用して検出方法により実現されている。この異物検出方法の原理を第21図(a), (b), (c)および第22図(d), (e)により説明する。

第21図(a), (b), (c)は従来の異物検査方法および

一色光150の傾斜角度 α を変化した場合に、対物レンズ6および検光子151を経て検出部20により検出される第22図(d)に示す0.5mm異物および1mm異物に対する異物散乱光強度12とバーナー散乱光強度12Pの比である弁別比の測定データのグラフが得られる。この傾斜角度 α による異物15とバーナー2の出力特性を利用して傾斜角度 α を適当な範囲にとり、検出・比較する方法がとられる。

従来のバーナー付きウエーハ上の異物検出方法および装置の第2例は、特開昭61-104248号公報に記載のように異物15に対して散乱効果の大きな偏光レーザ照明15cに加えて散乱効果の小さな照明の2種類の照明を行い、前の照明による散乱光が異物で発生しやすくて後の照明による散乱光がバーナーで発生しやすいために着目して、両方の散乱光信号の比を検出することにより微細な異物を更に安定・高感度に検出できるようにしたものがある。また従来の第2例は受光部の個々の監視の大きさが $5 \times 5 \text{ mm}^2$ （試料面上に換算）程度以下の複数の光電変換固体検出素子を使用し、各々

その装置の第1例を示す異物検査原理の説明図である。第21図(a), (b), (c)において、第21図(a)のようにS偏光レーザ光15cをウエーハに対して水平に照射する。このときウエーハ上上の照明光150に對して垂直なバーナー2からの反射光12Pは偏光が変化せず、S偏光のまま対物レンズ6に進む。この反射光12Pの偏光に對して検光子151は検光軸が垂直に配置されているので、反射光12Pは消光されて検出部20に至らない。また第21図(c)のように照明光150に對して角度をもつバーナー2からの反射光12Pは対物レンズ6に入らず、検出されない。また第21図(e)のようにウエーハ上上の異物15に照明光(Y方向)15cが当った場合に、反射光12は偏光が変化してP偏光が生じる（一極の偏光解消現象）。これは検光子151を通過するので検出部20に上の異物15の検出が可能となる。

第22図(d), (e)は従来の異物検出方法およびその装置の第1例の光学系の俯視図および弁別比グラフである。第22図(d), (e)において、第22図(d)に示すウエーハに對するレーザ光源15からのS偏光レ

の光子からの出力信号を同時に並列比較処理することにより高感度を劣化させずに高感度に異物検査できる。この異物検出方法の原理を第23図から第26図(d), (e)により説明する。

第23図は従来の異物検出方法およびその装置の第2例の光学系の俯視図である。第23図において、前の第22図(d), (e)の傾斜角度 α による異物15とバーナー2の出力特性を應用して、例えば同時にレーザ光源15cおよび集光レンズ15d上に上の低角度S偏光照明光15c（波長 λ_1 ）と、レーザ光源15cおよび集光レンズ15d上による高角度S偏光照明光（波長 λ_2 ）11とを試料7上の同一試料点に照射し、対物レンズ6を経て色分離用分光プリズム150および検光子151L, 151Hを経た散乱光12のP偏光成分のみを光電変換固体検出素子20L, 20Hにより検出して、その出力信号 I_L , I_H をアナログ比較計算回路100で比較して2値化回路101で2値化したのち、その2値化信号をD/A回路22を経て取り出す。

第24図(d)～(f)は第23図の出力信号等の説明図

特開平3-102248(4)

である。第24図(g)～(j)において、第24図(j)はペターン(POLY-Si)2と大きさの異なる異物13c, 13dの存在する試料(Siウェハ)7上に斜め低角からレーザ光15cを照射して散乱光12p, 12が発生した場合の側面図を示し、第24図(k)はその場合の出力信号 V_L の波形を示し、第24図(l)はそのしきい値 V_0 による2値化信号 Sd の波形を示す。また第24図(m)はペターン2と異物13c, 13dの存在する試料(Siウェハ)7上に斜め高角からレーザ光11を照射した場合の側面図を示し、第24図(n)はその場合の出力信号 V_L の波形を示す。さらに第24図(o)は出力信号比 V_L/V_x の波形を示し、第24図(p)はそのしきい値 V_0 による2値化信号 Sd の波形を示す。

第25図(m)～(n)および第26図(m)～(n)は第23図の偏光の光路図である。第25図(m)～(n)において、第25図(m)は上記の照明・検光条件をモデル化して示し、上記の試料7上のS偏光照明光15c, 11のS(L), S(H)を使用して、色分離用分波プリズム150と検光子9, 16を用いたP偏光成分の検光の

際15L, 15HはEi-Niレーザ($\lambda = 6.526 \text{ \AA}$)、GallAsレーザダイオード($\lambda = 7.800 \sim 8.300 \text{ \AA}$)、InGaAs Pレーザダイオード($\lambda = 15.000 \text{ \AA}$)、Arレーザ(例えば $\lambda = 4580 \text{ \AA}$)等の中から異なる2種類を選択すれば集光レンズ150L, 150Hにより試料7面上で集光されるので高い照度が得られ、散乱光12p, 12の検出が更に安定になる。上記のように従来の第2例では異物強調照明・検光条件LがS偏光照明S(L)でP偏光成分検光またはP偏光照明P(L)でP偏光成分検光の条件を満たし、かつ異物強調照明Lをペターン強調照明Hが異なる波長 λ_1 , λ_2 であることが必須の条件となる。

第27図は第23図のアナログ比較計算回路を含む信号処理回路の詳細回路図である。第27図において、検出器20L, 20Hの出力信号 V_L , V_x は対応する血清セル毎にアナログ比較計算回路100で出力信号比 V_L/V_x が演算され、2値化回路101でしきい値 V_0 により2値化される。2値化回路101の2値化信号はOR回路22で論理和をとり。

出力信号 V_L , V_x を用いる場合を示しているが、この場合に限らず第25図(m)～(n)および第24図(m)～(p)に示す種々の照明・検光条件を用いることができる。この中で異物13c, 13dの方を強調する照明・検光条件LはS偏光照明S(L)でP偏光成分の検光、またはP偏光照明P(L)でP偏光成分の検光のいずれかの条件を用いている。この理由は上記の特開昭61-104248号公報について説明した。一方のペターン2の方を強調する照明・検光条件Hは上記の照明・検光条件Lのいずれかの条件以外の場合ならよいので、必ずしもレーザ光照明による偏光を用いなくてもよい。すなわち通常のハロゲンランプ等のインコヒーレント光を用いてもよく、これは第24図(m)～(p)でS+Pで示す。

上記の色分解用分波プリズム150は特開昭55-149829号や特開昭56-43539号公報に記載されているダイクロイックプリズム(またはミラー)を置けうか、あるいは光分離用プリズム(半透過ミラー)と色フィルタまたは干涉フィルタとを組み合せたものを用いてもよい。またレーザ光

'1'があつた場合には異物メモリ25に記憶されるつぎに第28図(m), (n), (o)から第30図(m), (n)により第23図(第27図)のアナログ比較方法を更に詳しく説明する。

第28図(m), (n), (o)は、第25図の照明・検光条件による実験結果の説明図で、第28図(m), (n)は第25図の試料7上の照明光15c, 11による回路ペターン2ねおよび異物13からの反射光(散乱光)12p, 12の状態の上面図および側面図を示し、第28図(o)はその状態の出力信号 V_L , V_x の実験データ(曲線)を示す。第28図(m), (n)において、この実験で第28図(m), (n)のペターン2の散乱光12pに関するには、ペターン2を照明光15c, 11の試料ウェハ表面への投影方向に対して直角より角度 α だけ回転させながらペターン2の散乱光12pの出力信号 V_L , V_x を測定している。一方の異物13は0.6, 0.7, 1, 2μmの標準粒子を用いて(この場合には回転をする必要がない)、異物13の散乱光12の出力信号 V_L , V_x を測定している。この測定値は第28図(o)の出力信号 V_L と出力信号

特開平3-102248(5)

物 V_x との実験データの關係図で、パターン 2 の任意の角度 α においてもパターン 2 からの出力信号比 (白丸印) V_x/V_y が弁別限 $V_x/V_y = \mu$ (図中の破線の傾きの逆数) のしきい値 μ より小さく、一方の異物 13 の 0.7 ~ 2mm 粒子および異物 (大) 13 からの出力信号比 (黒丸印) V_x/V_y が弁別限のしきい値 μ よりも大きい (斜線領域) ことが判る。ここで角度 α を回転させた理由は試料ウエハ 7 表面には複数の角度 α を有するパターン 2 が存在し、これらを弁別して異物 13 を安定に検出する必要があるためである。第 28 図 (b) の対物レンズ 6 にはレンズズ移 6a がある。つぎに第 28 図 (b) のパターン 2 と異物 13 の出力信号 V_x 、 V_y の特性を考慮した電気回路によるパターン 2 と異物 13 の弁別方法を第 29 図 (a)、(b) および第 30 図 (a)、(b) により説明する。

第 29 図 (a)、(b) は第 28 図 (b) の出力信号比 V_x/V_y の特性図およびそのアナログ比較計算回路の回路図である。第 29 図 (a)、(b) において、第 29 図 (a) の出力信号比 V_x/V_y の特性を実現するための第 29 図

当台には照明 L、且のいずれかの照明光 15a、11 の強度の調整や検像系 20L、20R のいずれかの出力増幅器 (図示せず) のゲインを調整して弁別限 $\mu = 1$ (傾き 45 度) とする。第 30 図 (a) の出力信号 V_x 、 V_y のアナログ比較計算回路 105 の演算結果 $V_x - V_y$ の出力 $'1'*$ は 2 価化回路 104 の出力が $'1**$ の場合 ($V_x > V_y$) に限り有効 '1' とする。なお上記の第 29 図 (a) または第 30 図 (a) のアナログ比較計算または演算の代りに出力信号 V_x 、 V_y を 1/D 变換したのちディジタル演算してもよい。(範囲が解決しようとする課題)

上記従来技術の第 2 例の第 1 の問題点は異物の見逃しである。第 22 図 (b) の測定結果より 0.5mm 异物をパターンから弁別して検出するためには、照明 L の傾斜角度 α は 0° ~ 5° 程度で、照明 R の傾斜角度 α は 10° 以上として散乱光信号を比較することが望ましい。また 0.5mm 异物を高い S/N 比で検出するためには、散乱光を有効に無光できる口径の大きい対物レンズ 6 が必要となるので第 28 図 (b) のレンズズ移 6a が大きくなる結果、傾斜角度 α

(a) のアナログ比較計算回路 100 を用いた弁別回路例を示し、出力信号 V_x 、 V_y はアナログ比較計算回路 100 で出力信号比 V_x/V_y が演算され、2 価化回路 101 でしきい値 μ により 2 価化されて出力信号比 $V_x/V_y > \mu$ の場合に '1**' が出力される。ここで出力信号 V_x が小さい場合には出力信号比 V_x/V_y の演算誤差が大きくなつて演算結果が不安定となる (例えば V_x が零の場合には $V_x/V_y = \infty$ となる) ので、これを避ける方法として、第 29 図 (a) の出力信号 $V_x > V_y$ (V_y は 0.5mm 程度の異物 13 に対応する出力信号 V_y の値) の場合 ('1**') に限り出力信号比 V_x/V_y の演算結果を有効 '1' とすればよい。これは第 29 図 (b) の出力信号 V_x のしきい値 V_x による 2 価化回路 104 と、出力 '1**' と出力 '1*' のミキサー回路 105 により実現される。

第 30 図 (a)、(b) は第 28 図 (b) の出力信号差 $V_x - V_y$ の特性図とそのアナログ比較計算回路の回路図である。第 30 図 (a)、(b) において、第 30 図 (a) の出力信号差 $V_x - V_y$ の特性を実現するためのアナログ比較計算回路 105 を用いた弁別回路例を示し、この

10° 以上にすると照明光 11 とレンズズ移 (金舟) 6a が干渉して十分な弁別性能が得られない。その結果として第 28 図 (b) のように 0.5mm 异物が見逃される。上記は微小粒子と呼ばれる球型状の粒子を異物モデルとした実験データであるが、第 28 図 (b) のサブミクロンの微小物 Q も同様に見逃しが発生する。

上記従来技術の第 2 例の第 2 の問題点は異物散乱光の強度不足である。後に第 15 図 (a) に示すように異物 13 を強調する斜方照明 L の照明光 15a が S 侧光の場合に、従来の第 2 例では検出器 20L で検出するのは異物散乱光 12 のうちの S 侧光成分 12(P) であるため、側光が保持された S 侧光成分 12(S) に比べて著しく小さいので、検出器 20L に十分な光量が得られない。その結果から第 15 図 (a) に示す出力信号 V_x (P) には十分な S/N 比が得られないため、ノイズ N を減少するべく出力信号 V_x にローベースフィルタ処理を行うので、検出時間に長時間を要する。

上記従来技術の第 2 例の第 3 の問題点は鏡面上

特開平3-102248(6)

の微小異物の感度不足である。LS イウエハ等の異物検査には第 1 にバーナー上での 0.5μm 異物以上の検査性能と、第 2 に鏡面と鏡面成膜上での 0.1μm 異物以上の検査性能とが要求されるのが通常である。ここで後に第 14 図に、(a) に示すようにサブミクロン異物 15 の場合には傾斜角度照明 16c (31) により発生する異物散乱光 12 のうちの前方散乱光 12f が強く、対物レンズ 6 に入射する側方散乱光 12s は弱いため、対物レンズ 6 の開口角度 α を大きくして、前方散乱光 12f の一部を検出することが望ましいが、上記第 1 の問題点で説明した理由により開口角度 α に制限を受ける。このため鏡面試料上での 0.1μm 異物に対して第 15 図(b)に示す出力信号 V_{12f} (左) は十分な光量が得られずに検出不能となる。

本発明の第 1 の目的はバーナー付き鏡面上の、0.5μm 程度の微小異物をバーナーと弁別して高速に検査する異物検査方法およびその装置を提供することにある。

本発明の第 2 の目的は鏡面上の 0.1μm 程度の微

きるようとしたものである。

上記第 3 の目的を達成するために、同一の構成で切替え手段により切り替えることにより、バーナー付き対象物体上の微細な異物および鏡面上の微小異物を高速・高感度に検出できるようにしたものである。
〔作用〕

上記第 1 の異物検出方法およびその装置は、斜方照明 13 に加えて高輝度斜角照明を搭載照明 15 としているので、後に第 15 図～第 17 図に示すように斜方照明 13 と搭載照明 15 による散乱光信号 V_{12f} / V_{12s} に対する異物とバーナーの弁別しきい値 α を小さくできるため微小異物とバーナーの弁別性能が向上し、さらに後に第 15 図に示すように斜方照明 13 の偏光が変化しない大きな散乱光を用いることができるので、より大きな散乱光信号 V_{12f} が得られるため高速検査が可能となる。

上記第 2 の異物検出方法およびその装置は、斜方照明 13 に加えて高輝度斜角照明を搭載照明 15 としているので、後に第 14 図に示すようにサブミクロン微小異物の散乱光を有効に集光して大きな散乱

小異物を高速に検査する異物検査方法およびその装置を提供することにある。

本発明の第 3 の目的は上記第 1 と第 2 の目的を同一の構成で可能にする異物検査方法およびその装置を提供することにある。

〔装置を構成するための手段〕

上記第 1 の目的を達成するために、本発明に上る異物検出方法およびその装置は、対象物体上の異物に対して散乱効率の大きな斜方レーザ照明に加えて、散乱効率の小さな搭載照明との 2 種照明を行い。斜方照明による散乱光が異物で発生しやすく、かつ搭載照明による散乱光がバーナーで発生しやすいことに着目して、2 種照明による散乱光信号の比を検出することにより、バーナー付の対象物体上の微細な異物を更に安定・高感度に検出できるようにしたものである。

上記第 2 の目的を達成するために、搭載照明により対象物体上の微小異物からの散乱散乱光を検出系で有効に集光できるように発生させることにより、鏡面上の微小異物を高速・高感度に検出で

きるようとしたものである。

上記第 3 の目的を達成するために、斜方照明により対象物体上の微小異物から斜方散乱光を検出系で有効に集光できるように発生させることにより、鏡面上の微小異物の高速・高感度検出が可能となる。

〔実施例〕

以下に本発明の実施例を第 1 図ないし第 20 図により説明する。

第 1 図は本発明によるバーナー付きウェハ上の異物検出方法およびその装置の第 1 の実施例を示す。斜方照明・検出系の構成図である。第 1 図において、試料基板 7 に対して斜方から照明を行う斜方照明系 13 はレーザ光源 15 と、集光レンズ 15a とから構成される。一方の試料基板 7 に対して鏡面搭載照明を行なう搭載照明系 15 はレーザ光源 1 と、集光レンズ 21 と、シリンドリカルレンズ 14 と、半透鏡アリエム 3 と、フィールドレンズ 4 と、対物レンズ 6 とから構成される。斜方照明による検出系 16 は

特開平3-102248(7)

色分離プリズム150で反射した散乱光を絞りレンズ2で結像して、一次元固体結像素子（検出器）20Lで検出する構成である。一方の落射照明による検出系Eは、次回折光を遮光する遮光部18cを有する遮光板18と、絞りレンズ16と、一次元固体結像素子（検出器）20Rとから構成される。検出器20L、20Rにより検出された出力信号V₁、V₂はアナログ比較計算回路100と、2値化回路101と、OR回路22を経て取り出す構成である。この落射照明系Eは、一次元的に集束させる光学素子のシリンドリカルレンズ24を設置し、レーザ照明光11を試料7上で線状スポット11fに集光するので、試料7のY方向の走査手数が不要となる。落射照明系Eの光路を第2図により説明する。

第2図(a)、(b)、(c)～(f)はそれぞれ第1図の半透過プリズム5を省略した落射照明系Eの光路の側面図、平面図および一部断面図である。第2図側面図において、落射照明系Eでは第2図(a)、(b)のレーザ光源11から聚光レンズ21を経たレーザ光11はシリンドリカルレンズ24を通過すると第2図(c)

平面図および一部断面図である。第3図(c)～(f)において、第3図(c)、(d)の試料7上の異物13が存在する第3図(f)に示す線状スポット11fの端部からの散乱光12は第3図(f)に示す対物レンズ6の絞り6a内に全面にわたる拡がり12aとなり、対物レンズ6を通過後に第3図(f)に示すフィールドレンズ4の絞り4a内に散乱の結像12dとなる。ついで落射照明系Eによる散乱光12で半透過プリズム5を通過した散乱光12は遮光板18と色分離プリズム150（第1図）を通過したのち、絞りレンズ16により第3図(f)に示す検出器20R上の結像12fとなる。ここで全ての散乱光12は第3図(f)に示す遮光板18の線状遮光部18cより外側の透明部を通過する。これは散乱光12は、次回折光以上の高次回折光であるので、その拡がり12aは零次回折光（試料7表面からの反射光12）の分布する線状遮光部18cより外側に分布するからである。他方の斜方照明系Lによる散乱光12で半透過プリズム5を通過した散乱光12は色分離プリズム150で反射し、斜方照明による検出系Lの光路中に散乱された結

に示す線状レーベースポット11cを形成する。さらに半透過プリズム5により反射したレーザ光11は第2図(f)に示すフィールドレンズ4の絞り4a内に線状スポット11dを形成し、ついで第2図(f)に示す対物レンズ6の絞り6a内に線状スポット11eを形成し、対物レンズ6を通過したのち試料7上に、第2図(f)に示す線状スポット11fが集光される。この落射照明系Eにより照らされた試料7上に異物13がない場合には、試料蓋板7からの反射光11は照明光11と全く同一の光路を経て半透過プリズム5に至り、ここで半透過プリズム5を通過した反射光11は第1図の落射照明による検出系Eの光路に散乱された遮光板18の線状遮光部18cで遮光される。ついで試料7上の異物13が線状スポット11fの端部に存在する場合には、この異物13からの散乱光12の光路および結像を第3図により説明する。

第3図(e)、(f)、(g)～(j)はそれぞれ第1図の試料7上の異物13からの散乱光12を検出する遮光プリズムを省略した検出系E、Lの光路の側面図、

斜方レンズ2で検出器20L上の結像となる。つぎに第1図の照明光11と散乱光12の偏光の実施例を第4図から第6図により説明する。

第4図、第5図、第6図は第1図の光学系の偏光の3つの実施例を示す偏光状態の光路図である。第4図～第6図において、斜方照明系Lと落射照明系EはS偏光（X方向に振動成分を有する直線偏光）であり、試料7表面のバーナー2と異物13からの散乱光12はP偏光（Y方向に振動成分を有する直線偏光）とS偏光の混合となる。さらに照明系L、Eの照明光15c、11の波長はそれぞれλ₁、λ₂であり、各照明系L、Eによる散乱光12は色分離プリズム150により分離され各検出器20L、20Rに至る。第4図の偏光の実施例は検出系L、Eで散乱光12の両方の（S+P）偏光を検出しており、従来の第2例に比べて高選択性を可能にする例である。第5図の偏光の実施例は検出系Lに検光子等の偏光素子151を設置してP偏光を検出しており、従来の第2例に比べて異物13とバーナー2の差別比向上を可能にする例である。

特開平3-102248(8)

第4図の偏光の実施例は色分離および偏光特性を有するダイクロイックプリズム150aを用いた例であり、色フィルタ152と組み合せて用いることにより色分離が可能で、この例も弁別比向上を可能にする例である。

第7図(a), (b), (c)はそれぞれ第4図、第5図、第6図の色分離プリズム150、ダイクロイックプリズム150a、色フィルタ152の透過特性グラフである。第7図(a), (b), (c)において、色分離プリズム150、ダイクロイックプリズム150a、色フィルタ152の光学系の照明显示部、及び照明显示部は λ_1 , λ_2 を含む波長に対する透過率 T (%)を示す。なお色分離は半透過鏡(または半透過プリズム)と色フィルタの組合せ等の組みの構成が考えられる。

第8図は本発明によるパターン付きウェーハ上の異物検出方法およびその装置の第2の実施例を示す照明・検出系の光路図である。第8図において、第1図～第6図の実施例の遮光板18が色分離プリズム150の下側に設置しているのに対して、第8

図の実施例の遮光板18が色分離プリズム150の上側に設置した例を示す。これにより斜方照明显示部による異物18からの散乱光12が遮光板18に上の影響を受けずに検出系により有効に検出できる。

第9図(a), (b), (c)は本発明によるパターン付きウェーハ上の異物検出方法およびその装置の一実施例を示す第1図～第8図の装置構成のブロック図および試料の送り方法の説明図である。第9図(a), (b), (c)において、第9図(b)の固体検像素子20L, 20Rの出力信号比 V_L/V_R をアナログ比較割算回路100で演算し(第17図iに示す)、2値化回路101でしきい値 θ で2値化すると(第17図jに示す)、従来の第2例に比べて検出感度の向上が図れる。この場合には固体検像素子(検出部)20L, 20Rの画素i～nに対してアナログ比較割算回路100と2値化回路101は複数個を用いてアナログ比較割算を並列的に行う必要がある(第27図参照)。R凡回路22は検出部20L, 20Rの画素i～nのいずれかで発生した異物信号(第17図jの'1')を異物表示回路35へ出力する。細状レーザスポット

71fの検査位置125に1次元固体検像素子(検出部)20L, 20Rを設け、これらの画素の同期走査を行い、共通の駆動回路202によりY方向に走査する。さらに試料7aを搬載している送りステージ220のX方向の送りと組み合せ、試料7a上を2次元的に走査することができる。第9図(c)の試料7aが矩形の場合には、試料7aをX方向にシグザグ送りを行う。また第9図(c)の試料7aが円形の場合には、細状レーザスポット11fの走行方向を試料7aの半径方向に一致させて、試料7aをY方向にらせん状送りを行う。

第10図は本発明による鏡面上の異物検出方法およびその装置の第3の実施例を示す第1図～第8図の光学系に接続の信号処理回路のブロック図である。第10図において、第1図～第8図の光学系の構成の試料7からの反射光11は遮光板18により完全に遮光され、全ての散乱光12は検出部20L, 20Rに至る。そこで検出部20L, 20Rの出力信号 V_L , V_R を加算回路700に入力して信号 $V_L + V_R$ を演算し、2値化回路101でしきい値 θ_{PR} で2値化し

て異物信号を得る。このように本実施例では斜方照明显示部を斜方照明显示部による異物18からの散乱光12を有効に検出することができる。かつ試料表面からの反射光を完全に遮光できるので、異物検出感度が従来の第2例に比べて大幅に向上する。

第11図は本発明による鏡面上の異物検出方法およびその装置の第4の実施例を示す照明・検出系の鏡視鏡である。第12図は第11図の遮光状態の光路図である。第11図および第12図において、斜面鏡11aによる異物散乱光が大きいことに着目して、斜面鏡11aによる異物散乱光強度を第10図の実施例より更に大きくするための例を示し、第1図～第8図の光学系の構成と異なる要素は偏光ビームスプリッタ50と、光路校正用のガラスブロック150bである。これらの光学系子は切替式機構(図中で矢印62, 64で示す)により挿入・取出される。この場合に斜方照明显示部には使用しない。

上記構成で、レーザ光波1より出力されたレーザ光11はS偏光であり、偏光プリズム50を通過し

特開平3-102248(9)

てフィールドレンズ4の絞り44内でレーザ光スポット112となる。フィールドレンズ4を通過したレーザ光11は1/4波長板500を通過して、対物レンズ6により試料7上にレーザ光スポット115を形成する。試料7上に異物13がない場合には、試料表示からのレーザ反射光(零次回折光)11は再び対物レンズ6と1/4波長板500とフィールドレンズ4を通過し、偏光プリズム5aで100%透過した後に、遮光板18の遮光部18aで遮光される。ここでフィールドレンズ4は対物レンズ6の絞り44におけるレーザ光の拡がり110を遮光部18aに拡張投影している。遮光板18は例えば透明ガラス上に不透明膜を中心部に形成して遮光部18aを得る。ここで1/4波長板500をレーザ照明光11が通過し、さらにそのレーザ反射光11が通過すると、照明光11のS偏光が反射光11ではP偏光に変化するので、偏光プリズム5aを反射光11が100%透過する。

また試料7上に異物13がある場合には、照明光11が異物13を照射すると異物13から散乱光(高次回折光)12が発生し、散乱光12は対物レンズ6

の絞り44内の全面に拡がり、上記の反射光11と同一の光路を戻る。異物13はその表面が微小な凹凸の形状を呈しており、散乱光12の偏光が解消されて偏光S、Pの両方を有するが、散乱光12の1/4波長板500を通過後のP偏光が強く、これは偏光プリズム5aを通過した後に、遮光板18の遮光部18aより外側の通過部を通過し、超偏レンズ56で集光されて検出器20Lに至る。本発明によれば、半遮光プリズム5を偏光ビームスプリッタ34に替えたことにより、第10回の実施例に比べ異物散乱光強度が4倍以上大きくなる。

第11回(第12回)の光子系の構成で色分離プリズム160を使用して、さらに第10回の信号処理回路を用いた第5の実施例においては、上記第10回の実施例と第11回の実施例の両方の効果を得ることができる。この場合には斜方照光による異物13の散乱光12は1/4波長板500を通過したのち、偏光ビームスプリッタ34を通過するさいに、一部分が反射して損失するが、落射照明灯による異物13の散乱光12は第11回(第12回)の実施

例と同一であり、第11回の実施例に比べて異物13の散乱光強度は更に大きくなる。

図13回(11), (11), (10)は第1回～第12回の実施例の斜方照光による異物13からの散乱光12の偏光特性の説明図である。図13回(11), (10)において、図13回(11)は試料7上の異物13を強調する斜方照光15cがS偏光の場合の異物13からの散乱光12(S), 12(P)を示し、図13回(11), (10)はそれぞれ検出器20Lの出力信号V₁(S), V₁(P), V₂(P+S)を示す。図13回(11)の斜方照光(S偏光)15cにより異物13から発生する散乱光12はS偏光散乱光12(S)とP偏光散乱光12(P)があり、異物13の大きさが1μm程度以下では偏光の変化しない散乱光12(S)が偏光の変化した散乱光12(P)に比べて10～100倍強度大きい。これにより検出器20Lの出力信号V₁として従来の第2例では図13回(10)の散乱光12(P)による出力信号V₁(P)を検出しているのに対して、本発明の実施例では図13回(11), (10)の散乱光12(S), 12(P+S)による出力信号V₁(S), V₂(P+S)のいずれかを検出する

ことができる。従来の第2例に比べて出力信号V₁の信号強度が大きくなつて出力信号V₁のS/N比が大きくなり、高感度が可能となる。

図14回(11), (11), (10)は第1回～第12回の実施例の斜方照光と落射照光による異物13からの散乱光12の両方の説明図である。図14回(11)は斜方照光15c(11)による異物13からの斜方散乱光12fと斜方散乱光12sを示し、図14回(10)はその出力信号V₁(f)を示し、図14回(10)は落射照光11による異物13からの散乱光12(12f+12s)を示し、図14回(10)はその出力信号V₂を示す。図14回(10)において、図14回(10)の異物13が0.1mm程度のサブミクロン異物の場合には斜方照光15c(11)により発生する異物散乱光12のうちで前方散乱光12fが強く、対物レンズ6に入射する側方散乱光12sは弱いため、対物レンズ6の開口角 α を大きくして前方散乱光12fの一部も検出することが望ましいが、しかし開口角 α は制限を受ける。図14回(10)のこの場合の鏡面試料上の0.1mm異物13に対する検出器20L(20H)の出力信号V₁

特開平3-102248 (10)

(V_L) は十分な光量が得られないため小さく検出不能となる。第14回の異物13が0.1mm程度のサブミクロン異物13の場合は落射照明光11により発生する散乱光12($12f + 12s$)を対物レンズ6で有効に撲滅して検出できる。第14回のこの場合の検出器20Lの出力信号 V_L は大きくなる。本発明の実施例では落射照明灯を用いているので、鏡面上の微小異物13の高感度検出とバーナー2上の微小異物13の検出が同一の光学系で可能となる。

第15回(a), (b), (c)は第1回～第12回の実施例の照明・検出条件による実験結果の説明図で、第15回(a), (b)は試料7上の照明光15a, 15b, 15cによる回路バーナー2および異物13からの散乱光12p, 12sの状態の上面図および側面図を示し、第15回(c)はその状態の出力信号 V_L , V_F の実験データ測定図を示す。第15回(a), (b), (c)において、第28回(a)の従来の第2例と同様であるが異なるのは落射照明灯が落射照明灯となることである。この場合には他の第16回(a)～(c)および第17回で説明する理由により第15回(c)の実験データのバーナー

散乱光12と、平坦状で微小凹凸を有する異物13aからの散乱光12との各々の散乱光強度を示す。第26回(a)では傾斜角 θ が $\theta = 0^\circ \sim 5^\circ$ (L)と、 $\theta = 10^\circ \sim 50^\circ$ (従来の第2例のB)と、 $\theta = 90^\circ$ (本発明のE)との各々の場合について比較して示し、さらに $\theta = 0^\circ \sim 5^\circ$ と $\theta = 10^\circ \sim 50^\circ$ の場合には散乱光の発生起因として第16回(a), (b)に分けて示している。第16回(c)はその従来の第2例と本発明の実施例の使用条件を示す。第16回(c)にそれぞれ分けて表に示した合計を第17回(b), (c), (d)に定性的に示す。

第17回は第16回の結果に基づいて従来の第2例と第1回～第12回の本発明の実施例のバーナー2と異物13の弁別方法の相違の説明図である。第17回において、E($\theta = 0^\circ \sim 5^\circ$), B($\theta = 10^\circ \sim 50^\circ$), E($\theta = 90^\circ$)の各照明光の場合で、第17回(c), (d)のバーナー2からの散乱光12pは小, 中, 大となるため、第17回(d), (e), (f)の出力信号 V_L , V_F , V_R ($\theta = 90^\circ$)は小, 中, 大となる。したがって第17回(c)の従来の第2例で用いている

2の出力信号 V_L , V_F の測定値(白丸印)は第28回(c)と異なる。この実験結果から弁別能力の値が大きく(しきい値の値が小さく)できるので、0.5mm程度の微小異物13やサブミクロンの異物Qの測定値(黒丸印)も検出可能である。この理由を第16回(a)～(c)および第17回により説明する。

第16回(a)～(c)は第1回～第12回の実施例の落射レーザ光15c, 11に対する試料ウェハ上の回路バーナー2と異物13からの散乱光強度の大小関係の説明図である。第16回(a)は斜方照明光(5倍光)15cに対するバーナー2と異物13a, 13b, 13cでの偏光消滅に起因した散乱光(正偏光)12p, 12sの強度比を示し、第16回(b), (c)は傾斜角 θ に起因したバーナー2と異物13a, 13b, 13cの散乱光12p, 12sの強度比を示し、第16回(c)は落射照明光($\theta = 90^\circ$)11に対するバーナー2と異物13a, 13b, 13cの散乱光12p, 12sの強度比の関係である。第16回(c)はここでバーナー2からの散乱光12pと、0.5mm程度の微小異物13からの散乱光12sと、14m以上の高さを有する異物13aからの

強度比 V_L/V_F の値よりも、第17回(c)の本発明の実施例で用いている出力信号比 V_L/V_F の値の方が小さくなるため、弁別のしきい値をより小さく設定できる。その結果として第17回(c)の従来の第2例で異物13aの出力信号比 V_L/V_F はしきい値以上に大きいので、第17回(c)の2値化信号は検出不能であったために対して、第17回(c)の本発明の実施例で異物13aの出力信号比 V_L/V_F はしきい値以上に大きいので、第17回(c)の2値化信号は検出可能となる。

また第17回(c), (d), (e)の異物13bの場合には、第16回(a)のように傾斜角に起因する異物13bの側面図で大きな凹部で照明光15cがあたるため、とくに第17回(c), (d)で散乱光強度が大きくなり、したがって第17回(c), (d)の出力信号 V_L , V_F が大きくなる。また第17回(c), (d), (e)の異物13cの場合には、第16回(a)のように微小凹凸のため、第17回(c), (d)で偏光起因の散乱光強度が大きくなり、したがって第17回(c), (d)の出力信号 V_L , V_F が大きくなる。この結果から第17回(c), (d)の異物13a, 13cの出

特開平3-102248(11)

合の出力信号比 V_2/V_1 は第17回の従来の第2例に比べて第17回の本発明の実施例の方が大きくなり、したがってパターン2との弁別に余裕が生じる。このように本発明の実施例では従来の第2例の高輝斜角照明互を落射照明互としているため、弁別のしきい値を小さく設定できてパターン2と細物15の弁別に余裕が生じたので、1μm以上の細物検出で十分な場合には低輝斜角照明互の照明・検出(散光)に偏光消色現象を利用しなくてもよい。この理由と効果は先に第18回で説明した。

第18回は第1回～第12回ほどの実施例の照明・検出系で使用可能な偏光状態の説明図である。第18回において、本発明の取扱と検出系の偏光条件を斜方照明互(波長 λ_1)と落射照明互(波長 λ_2)とし、ケースI、II、IIIに分けて、(a)、(b)、(c)～(e)に照明と検出系の照明互、互の偏光S、P、S+Pを図に示している。図中の破線内の偏光条件は第25回および第26回の従来の第2例と同様の偏光条件での使用範囲を示しているが、本発明の実施例では細々の偏光条件の範囲が広げられる。

力信号を同時に正列比較処理することにより、高選択性を劣化せずに、高感度に検査を行うことができる点で有効である。

また画素の大きさの範囲は、 $10 \times 10 \mu\text{m}^2$ 程度でも $1.5 \mu\text{m} \sim 2 \mu\text{m}$ の細物を検出する場合には実用上さしつかないとを実験により確認している。

また1次元固体遮光電子20L、20Hを並列型電子で説明したが、CCD (Charged Coupled Device)等の直列出力型の電子を用いることも可能である。

〔発明の効果〕

本発明によれば、細物検出の高速性を維持しつつ、対象物体上に存在する微小異物の検出を高感度かつ安定に行うことのできる効果を有する。

またパターン付き対象物体上の $0.5 \mu\text{m}$ 程度の微小異物をパターンと弁別して高速に検査する方法と、鉛直面上の $0.1 \mu\text{m}$ 程度の微小異物を高速に検査する方法と、これらの2つを同一の構成で可能ならしめる方法とを提供できる効果がある。

4. 図面の簡単な説明

第18回の破線内の偏光状態の光路図を第19回および第20回に示す。

第19回および第20回は第1回～第12回ほどの実施例の照明・検出系で使用可能な第25回および第26回と同様範囲の偏光状態の光路図である。第19回および第20回において、第25回および第26回と相違するところは高輝斜角照明互のS、P、S+P偏光S(H)、P(H)、S+P(H)が落射照明互のS、P、S+P偏光S(H)、P(H)、S+P(H)となってことである。第18回の破線内を示す第19回および第20回の範囲の偏光条件を使用すれば、勿論 $0.5 \mu\text{m}$ 以下の細物検出が可能である。

上記の実施例では対象物体が半導体ウェーハの面を説明したが、本発明はウェーハに限定されずホトマスクやレジスト等の他の製品の検査にも適用可能である。

また上記実施例で $0.5 \mu\text{m}$ 細物をパターンから弁別する場合には、個々の画素の受光部の大きさが $5 \times 5 \mu\text{m}^2$ (試料上に換算)程度以下の複数の光路遮断層遮光電子を用し、各々の電子からの出

第1回は本発明の第1の実施例を示す光学系の斜視図、第2回(a)～(f)は第1回の落射照明系の光路の偏光互、平面互および一部断面図、第3回(a)～(f)は第1回の落射光検出系の光路の鉛直図、平面図および一部断面図、第4回、第5回、第6回は第1回の光学系の5つの実施例の偏光の光路図、第7回(a)～(f)は第5回～第6回の光学系の透過程特性グラフ、第8回は本発明の第2の実施例を示す光学系の光路図、第9回(a)～(f)は本発明の一実施例を示す遮光構成のブロック図および試料送り図、第10回は本発明の第3の実施例を示す信号処理回路のブロック図、第11回は本発明の第4の実施例を示す光学系の斜視図、第12回は第11回の偏光の光路図、第13回(a)～(f)は第1回～第12回の斜方照明に上の散乱光の偏光特性の説明図、第14回(a)～(f)は第1回～第12回の斜方照明と落射照明による散乱光の方向の説明図、第15回(a)～(f)は第1回～第12回の照明・検出条件による実験結果の説明図、第16回(a)～(f)は第1回～第12回の散乱光強度の説明図、第17回(a)～(f)は第1回～第12回による弁別方

以下の説明図、第 18 図は第 1 図～第 12 図ほかの使用可能な偏光の説明図、第 19 図、第 20 図は第 1 図～第 12 図ほかの使用可能な偏光の光路図、第 21 図(a)～(d)は従来の第 1 例の検出原理の説明図、第 22 図(a)、(b)は第 21 図の光学系の斜視図および分別比グラフ、第 23 図は従来の第 2 例の光学系の斜視図、第 24 図(a)～(d)は第 25 図の出力信号等の説明図、第 25 図(a)～(d)、第 26 図(a)～(d)は第 23 図の偏光の光路図、第 27 図は第 28 図の信号処理回路の回路図、第 28 図(a)～(d)は第 23 図の照明・偏光条件の実験結果の説明図、第 29 図(a)、(b)は第 28 図(a)～(d)の出力信号比の特性図とそのアナログ比較計算回路の回路図、第 30 図(a)、(b)は第 28 図(a)～(d)の出力信号比の特性図とそのアナログ比較計算回路の回路図である。

1 ～レーザ光源 2 ～パターン
3 ～半透鏡プリズム
5 ～偏光プリズム（または偏光ビームスプリッタ）
4 ～フィールドレンズ 6 ～対物レンズ

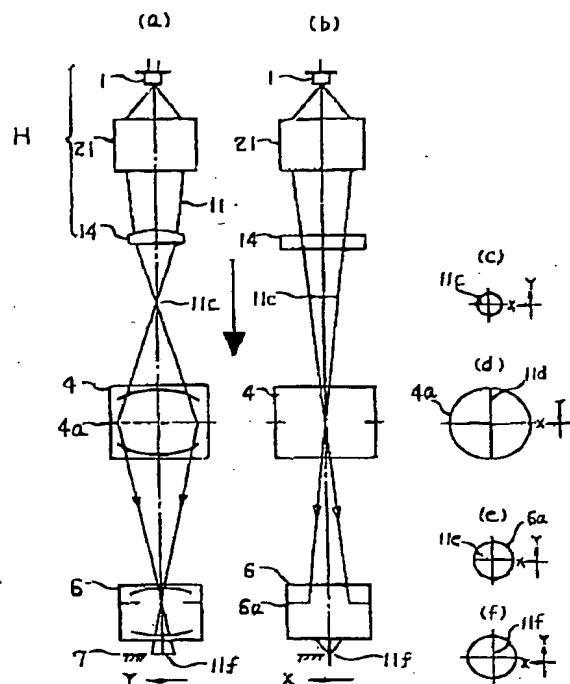
（または光分離プリズム）

1500 ～ガラスプロトタ
151 ～偏光電子（検光子）
152 ～色フィルタ 202 ～駆動回路
220 ～送りステージ 300 ～1/4 波長板
700 ～計算回路

特開平3-102248(12)

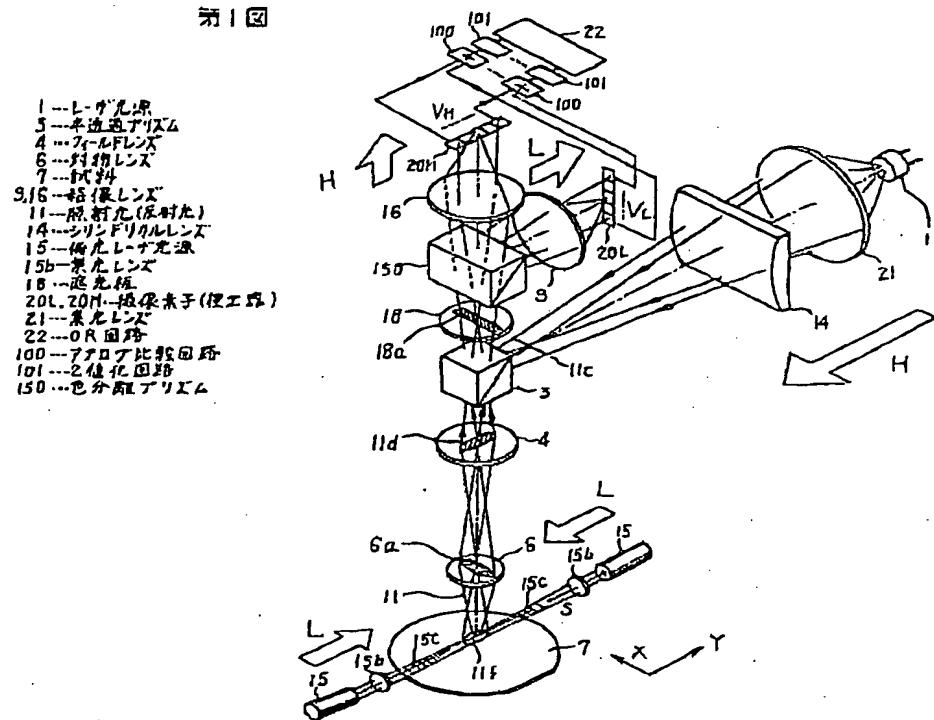
7 ～試料（基板） 9, 16 ～遮蔽レンズ
11 ～照明光（または反射光）
12, 12P, 12f, 12s ～散乱光
13, 13a, 13b, 13c ～島物
14 ～シリンドリカルレンズ
15 ～偏光レーザ光源 15b ～集光レンズ
18 ～遮光板
20, 20L, 20R ～1 次元固体摄像素子（検出器）
21 ～集光レンズ 22 ～O 区回路
23 ～島物メモリ 60 ～自動焦点センサ
51 ～モータ駆動回路
52 ～コントローラ（マイコン）
55 ～島物表示回路 43 ～2 次元カメラ
47, 50 ～送りモータ 49 ～歯はね
100 ～アナログ比較計算回路
101, 104 ～2 価化回路 105 ～A/D 回路
106 ～アナログ計算回路
150 ～色分離（色分解）プリズム
150a ～ダイクロイックプリズム（または色分離プリズムまたは偏光ビームスプリッタ）

第2図

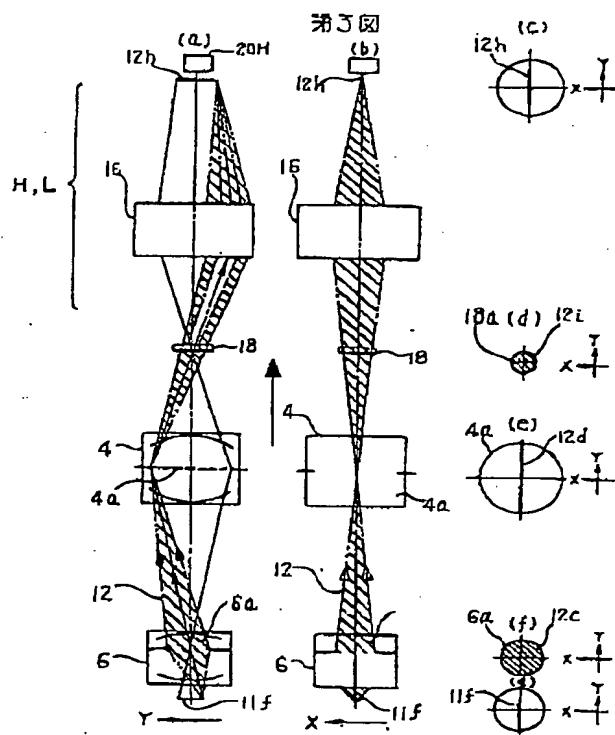


特開平3-102248(13)

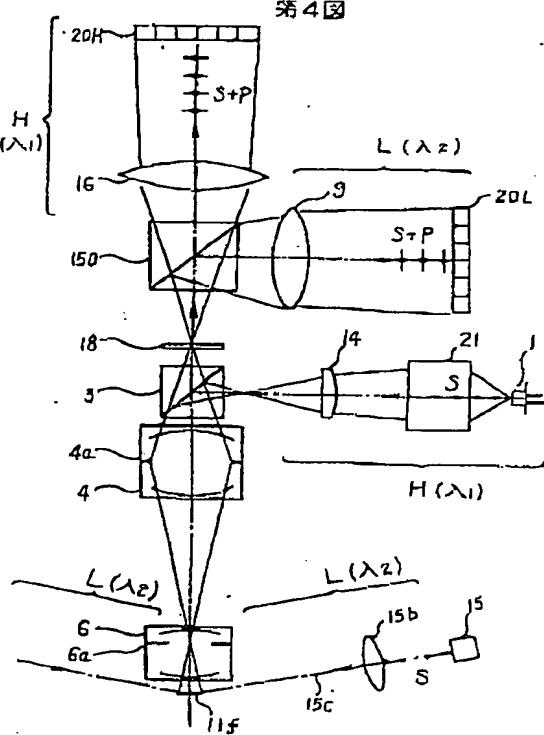
第1回



弟了處

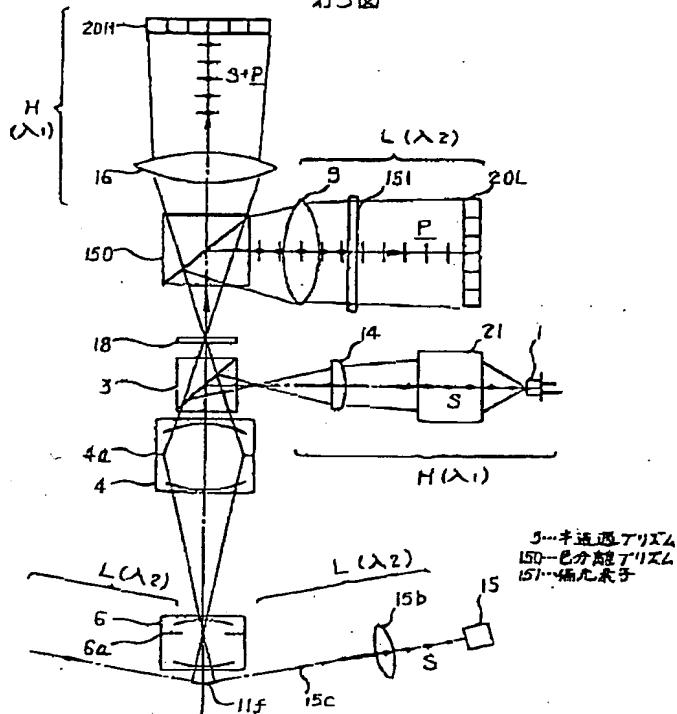


第4回

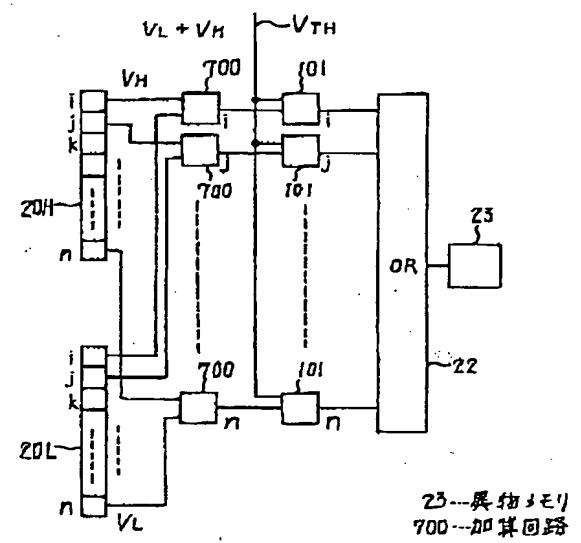


特開平3-102248 (14)

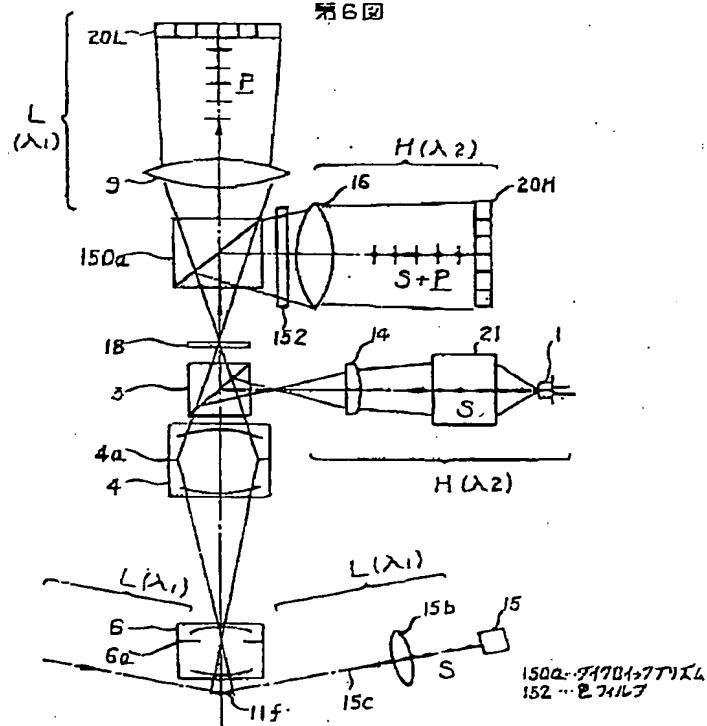
第5圖



第10圖

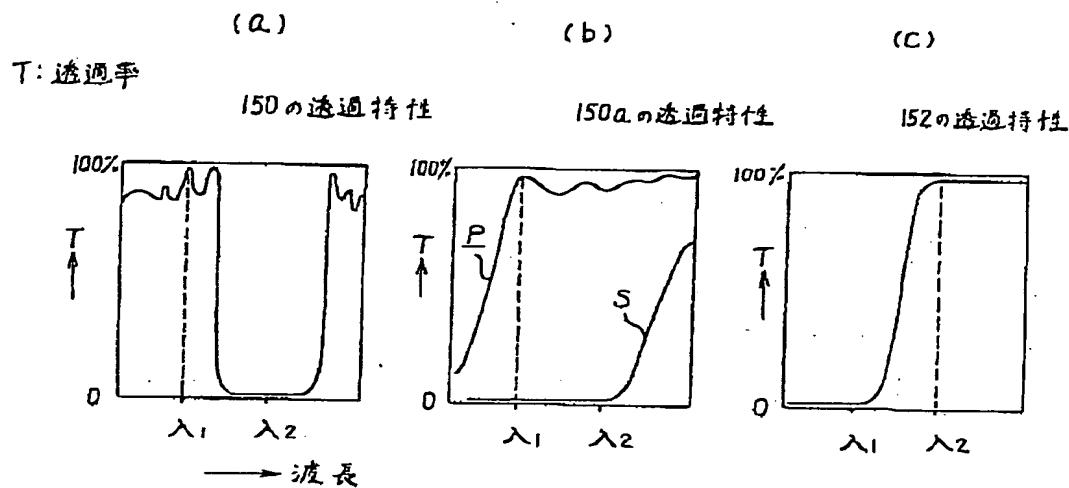


第6回

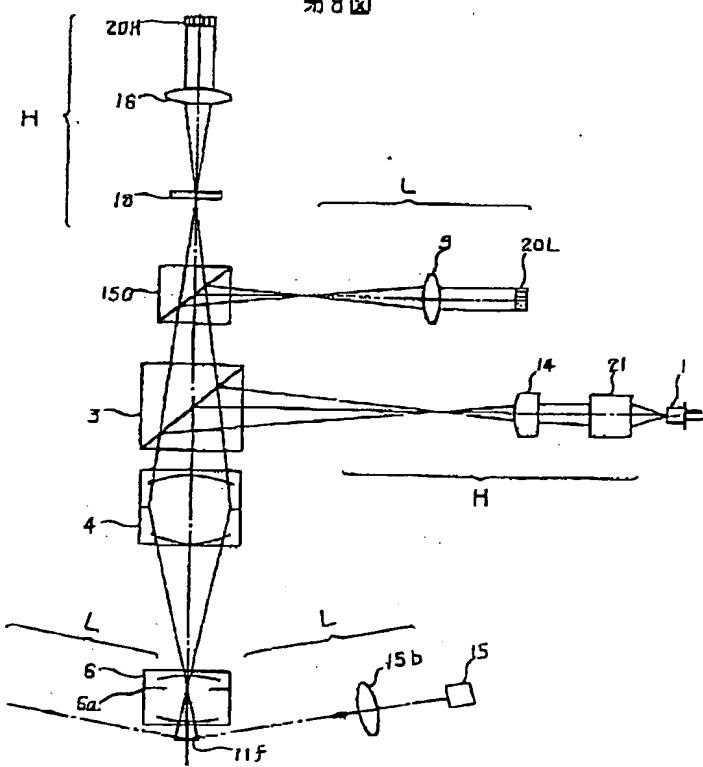


特開平3-102248 (15)

第7図

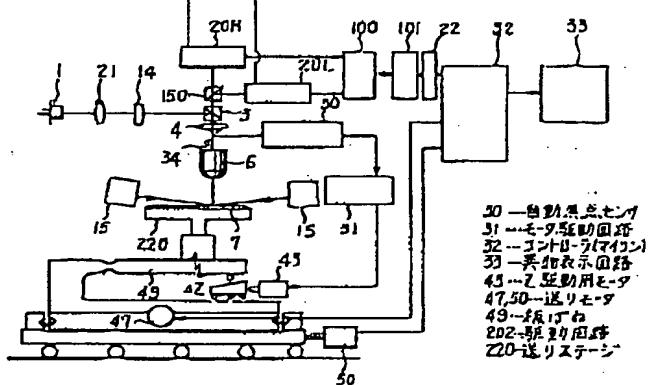


第8図

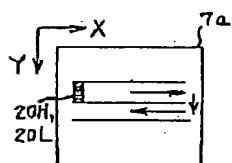


特開平3-102248 (16)

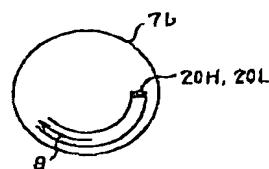
(1) 202 第9区



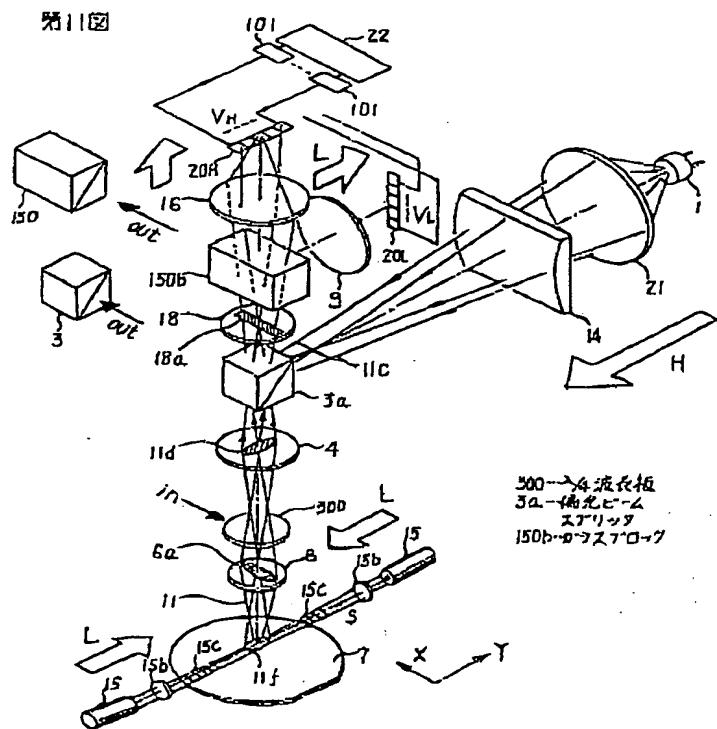
(b)



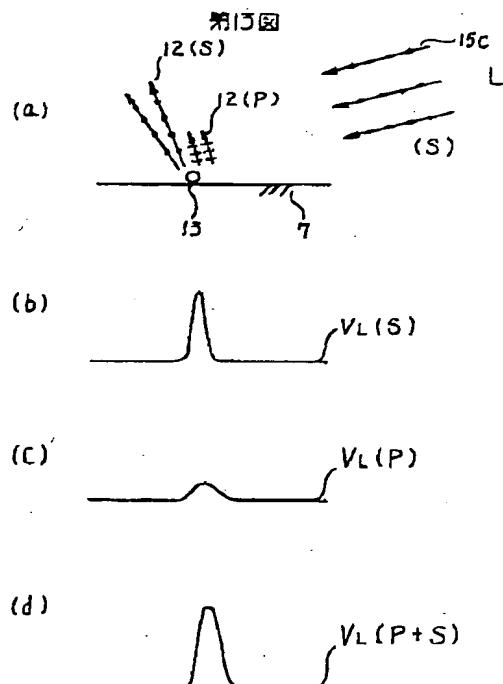
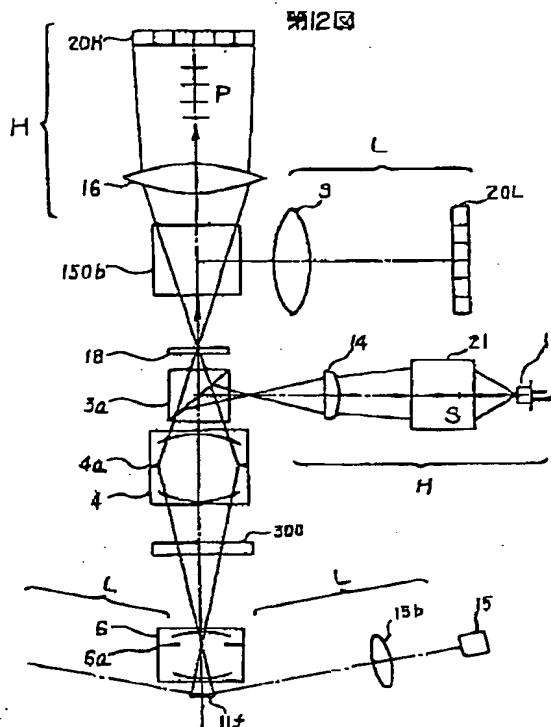
(C)



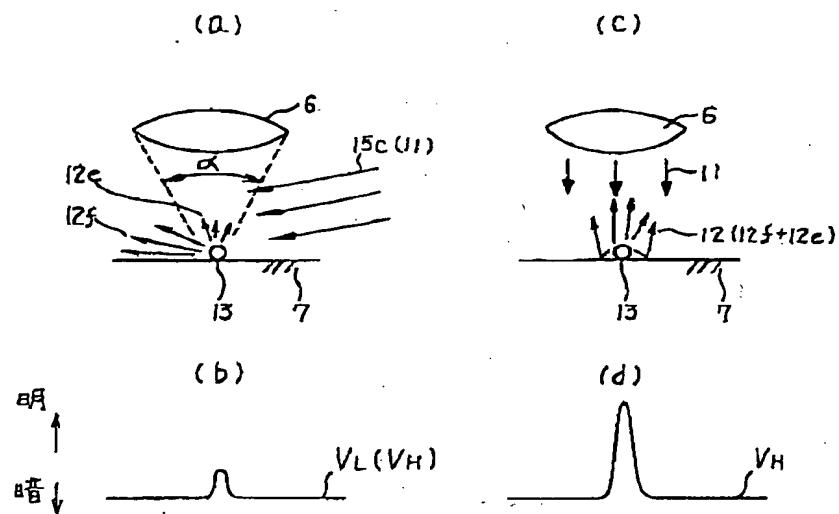
卷之四



特開平3-102248(17)

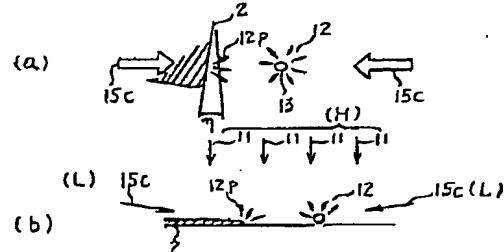


第14図

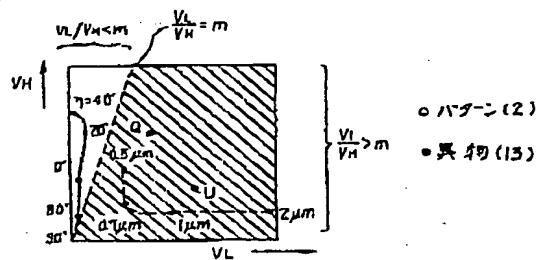


特開平3-102248 (18)

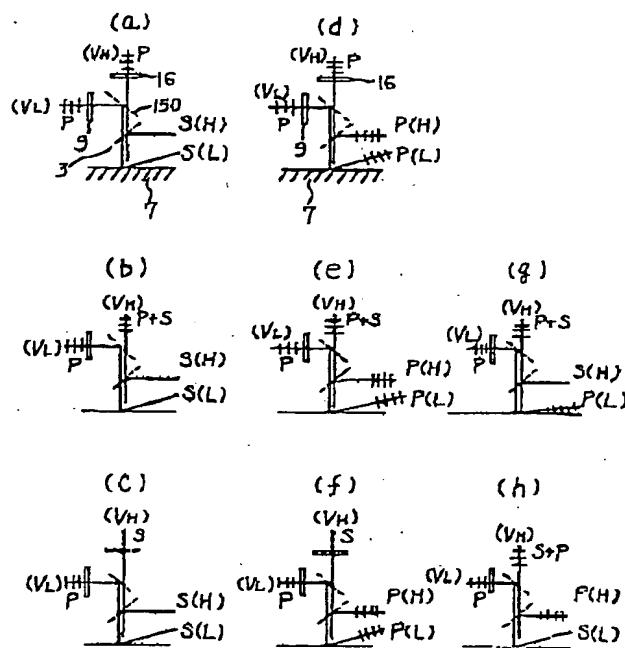
第15図



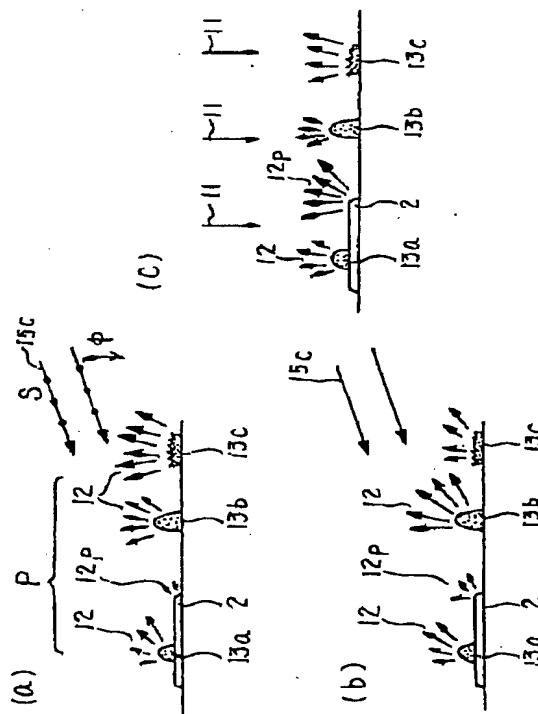
(c)



第16図



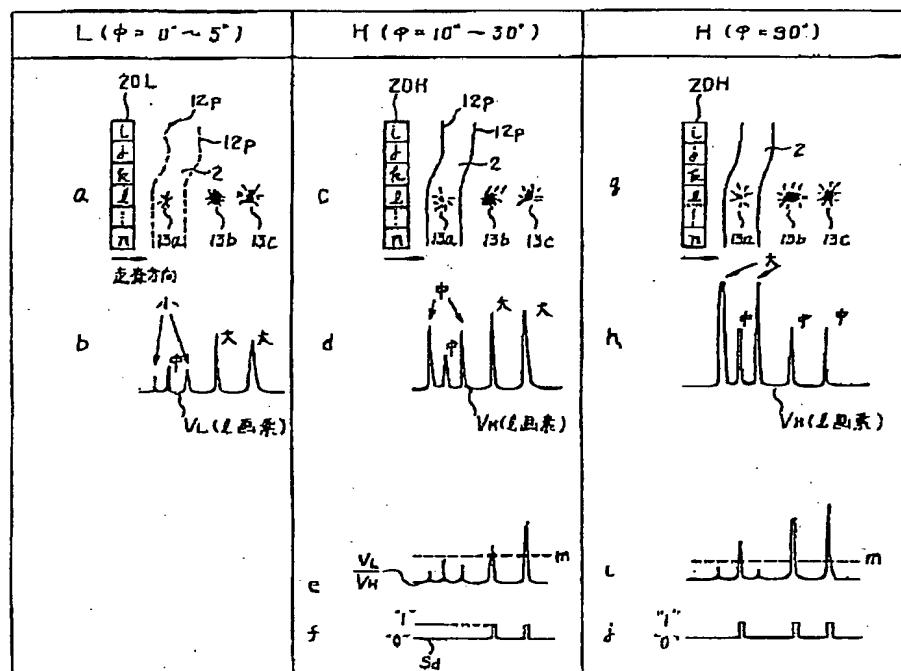
第16図



傾斜角度 ϕ		$\phi = 0 \sim 5^\circ$		$\phi = 10 \sim 30^\circ$		$\phi = 30^\circ$	
		(a)	(b)	(a)	(b)	(c)	(c)
散乱光	12P	小	小	合計	中	大	
異物	13a	中	中	中	中	中	
散乱光	12	中	中	中	中	中	
異物	13b	大	中	中	大	合計	
散乱光	12	中	大	中	大	合計	
異物	13c	中	大	中	中	中	
散乱光	12	大	中	中	大	合計	
(c) 従来例	102	L		H			H
本発明		L					

特開平3-102248(19)

第17図

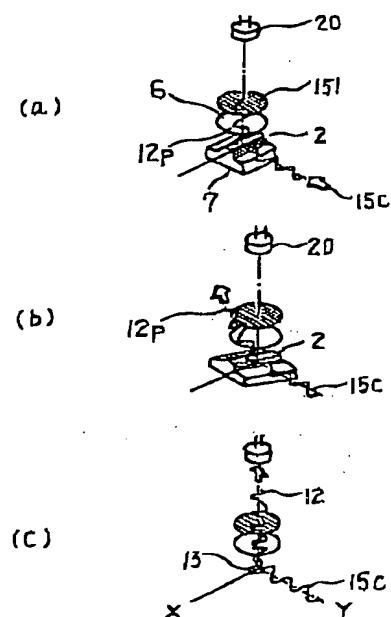
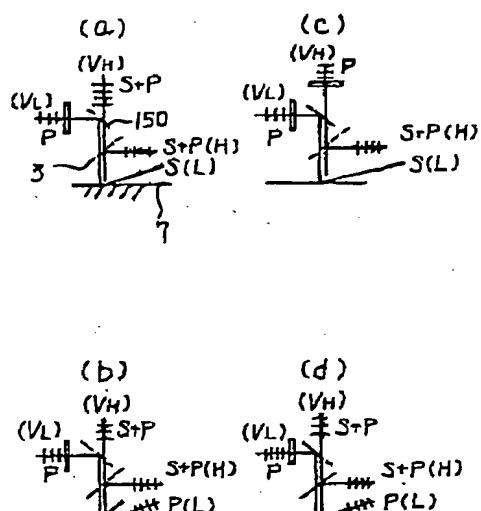
第18図
波長 $L: \lambda_1, H: \lambda_2$

△	ケース I		ケース II		ケース III	
	説明	検出	説明	検出	説明	検出
	$L: H$	$L: H$				
(a)	S	S	P	P	S	S+P
(b)	S	S	P	P+S	P	S+P
(c)	S	S	P	S	S+P	P
(d)	S	P	P	P	S+P	S+P
(e)	P	P	P	P+S	P	S+P
(f)	P	P	P	S	S+P	S+P
(g)	P	S	P	P+S	P	S+P
(h)	S	P	P	P+S	S	S+P
	P	P	P	P	S+P	S+P
	S	S	S	S		
	P	P	S	S		
	S	S	S+P	S+P		
	P	P	S+P	S+P		
	S	P	S+P	S+P		
	P	S	S+P	S+P		
	P	S	S	S		
	P	S	P	P		

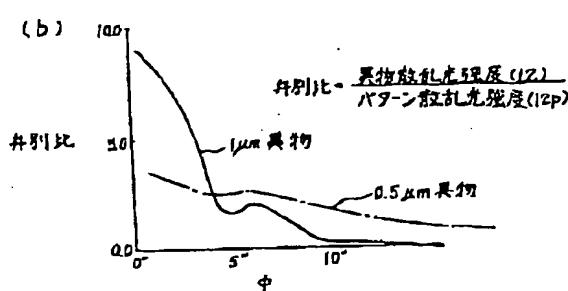
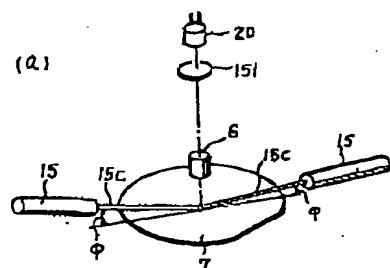
特開平3-102248 (20)

第21図

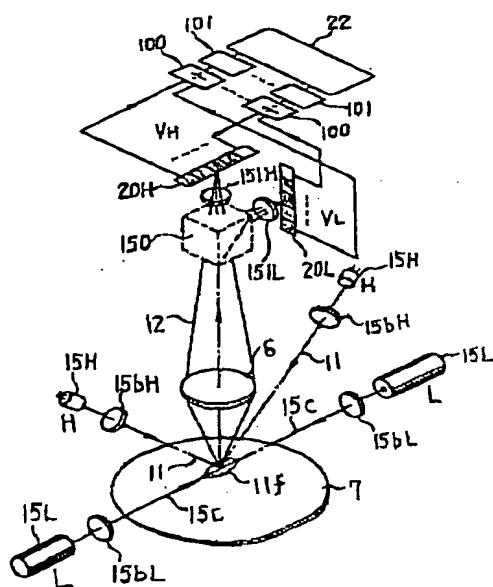
第20図



第22図

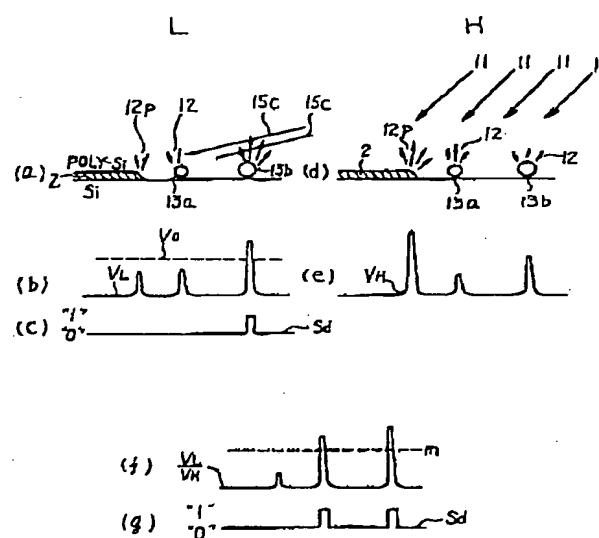


第23図

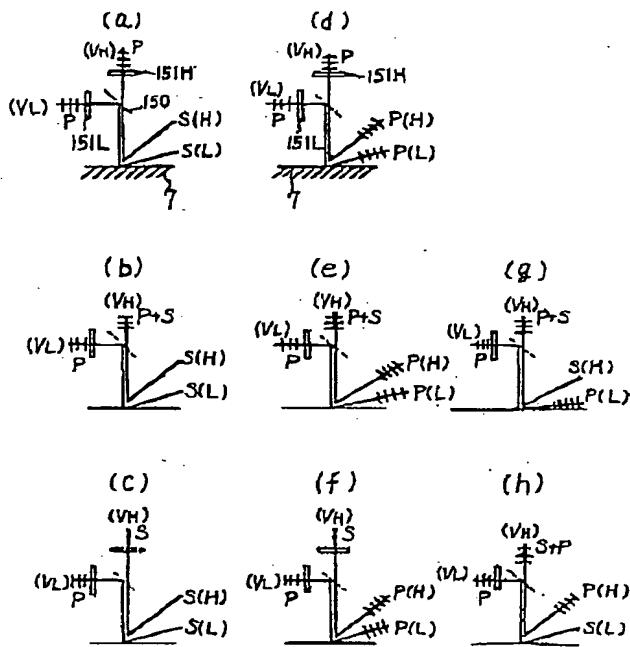


特開平3-102248(21)

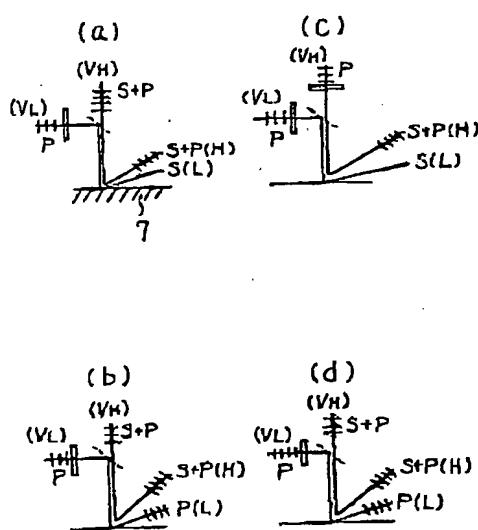
第24図



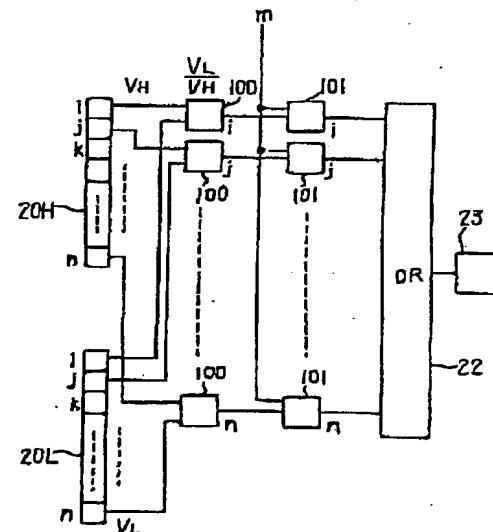
第25図



第26図

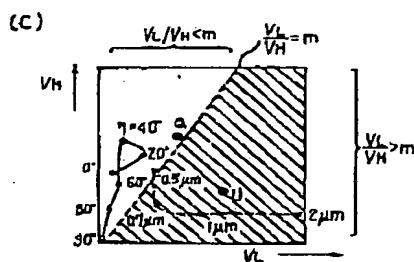
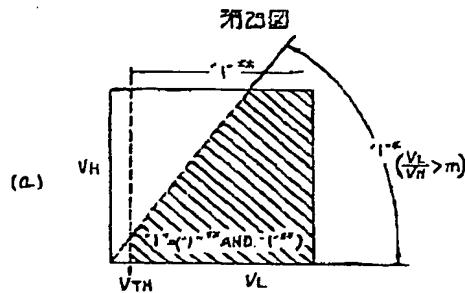
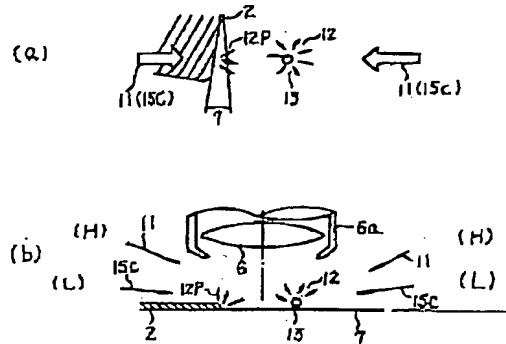


第27図

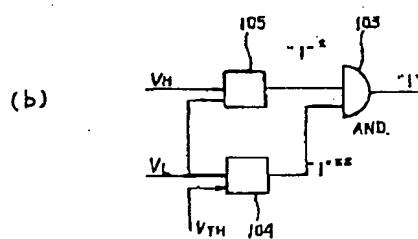
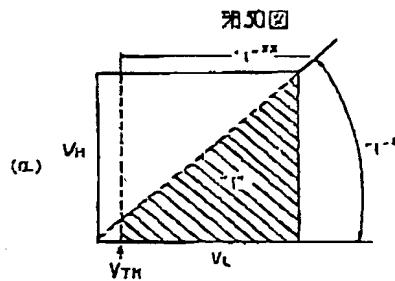
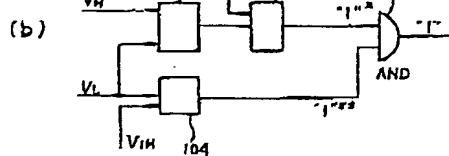


特開平3-102248 (22)

第28図



- パターン (2)
- 真物 (15)
- △ 0.5~2μm 微細粒子
- : 実験値 (小)
- △: 実験値 (大)



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.